



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 42 43 617 A 1**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**B 25 C 1/08**  
F 02 B 63/02

21 Aktenzeichen: P 42 43 617.6  
22 Anmeldetag: 22. 12. 92  
43 Offenlegungstag: 23. 6. 94

DE 42 43 617 A 1

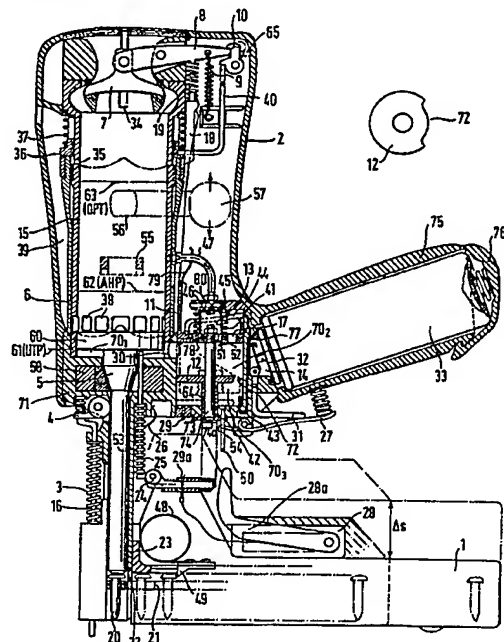
71 Anmelder:  
Hilti AG, Schaan, LI

74 Vertreter:  
ter Meer, N., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Müller, F.,  
Dipl.-Ing., 81679 München; Steinmeister, H.,  
Dipl.-Ing.; Wiebusch, M., 33617 Bielefeld; Urner, P.,  
Dipl.-Phys. Ing.(grad.); Merkle, G., Dipl.-Ing. (FH),  
Pat.-Anwälte, 81679 München

72 Erfinder:  
Gschwend, Hans, Mauren, LI; Bereiter, Rolf, Dr.,  
Grabs, CH

54 Tragbares, brennkraftbetriebenes Arbeitsgerät, insbesondere Setzgerät

57 Bei einem brennkraftbetriebenen Setzgerät wird eine kompakte Bauform trotz wesentlicher Erhöhung der Setzenergie dadurch erreicht, daß in einer in mehrere untereinander verbundene Teilkammern (70<sub>1</sub>, 70<sub>2</sub>, 70<sub>3</sub>) unterteilten Vorkammer ein Luft-Brennstoffgemisch gezündet wird, durch das der Arbeitskolben (60) für eine starke Vorkompression des Luft-Brennstoffgemischs in einer Hauptbrennkammer beschleunigt wird. Die Brennstoffversorgung von Vor- und Hauptbrennkammer erfolgt aus einer einzigen Gasdose (33). Die erzielbare Setzenergie wird im Vergleich zu herkömmlichen Geräten ähnlicher Baugröße um den Faktor 3 bis 4 erhöht.



DE 42 43 617 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 04. 94 408 025/610

8/35

Die Erfindung betrifft ein tragbares, brennkraftbetriebenes Arbeitsgerät, insbesondere Setzgerät für Befestigungselemente mit einer zylinderförmigen Brennkammer zur Verbrennung eines Luft-Brennstoffgemischs, wo durch über einen durch den Brennkammerzylinder geführten Kolben ein Stößel antreibbar ist.

Ausgangspunkt für die Erfindung sind brennkraftbetriebene Setzgeräte, wie sie beispielsweise aus den Druckschriften US-A 4 759 318 und DE-A 40 32 202 bekannt sind. Wie diese beiden Druckschriften verdeutlichen, wurden in den vergangenen Jahren erhebliche Anstrengungen unternommen, um einerseits die Setzenergie des Arbeitsgeräts durch Optimierung des Verbrennungsprozesses, durch Verbesserung der Spülung der Restgase und dergleichen zu erhöhen und andererseits Geräte der genannten Gattung räumlich kompakter zu gestalten und das Gewicht zu reduzieren.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Arbeitsgerät, insbesondere Setzgerät der eingangs genannten Gattung bei vorgegebener Setzenergie räumlich kompakter und gewichtsmäßig leichter zu gestalten oder bei vorgegebenen Abmessungen und Gewichtsdaten eine erheblich höhere Setzenergie zu erreichen.

Es könnte daran gedacht werden, die erzielbare Setzenergie bekannter Geräte durch Verwendung von reinem Sauerstoff als Oxidator für den Verbrennungsprozeß zu steigern. Eine solche Lösung muß jedoch aus sicherheitstechnischen, in vielen Fällen auch aus Gründen der Handhabung und Versorgung ausscheiden, da eine O<sub>2</sub>-Flasche mit beispielsweise 200 bar Überdruck am Anwendungsort zur Verfügung stehen müßte. Denkt man andererseits an eine Lösung der gestellten Aufgabe über die Auswahl energiereicherer Brennstoffe, so stehen auch hier nur sehr begrenzte Auswahlmöglichkeiten zur Verfügung, die sich für tragbare Geräte eignen. Aus Sicherheits- und handhabungstechnischen Gründen kommen zur Zeit und in erster Linie Flüssiggase in Betracht, wie sie als Kompaktgassysteme in Form von Kartuschen, eventuell auch in Form von Aerosoldosen bekannt sind.

Die Erfindung ist bei einem tragbaren, brennkraftbetriebenen Arbeitsgerät, insbesondere einem Setzgerät gekennzeichnet durch eine mit der der Brennkammer abgekehrten Unterfläche des Kolbens in Verbindung stehenden Vorkammer, in der zur im wesentlichen isentropen Kompression des Luft-Brennstoffgemischs in der Brennkammer ein zündungsinduzierter, rasch ablaufender Verbrennungsprozeß eines gut durchmischten Luft-Brennstoffgemischs auslösbar ist.

Vorzugsweise ist die Vorkammer in mehrere, untereinander verbundene Teilkammern unterteilt, die über Überströmverbindungen derart miteinander verbunden sind, daß — von der der Unterfläche des Kolbens am weitesten entfernten Teilkammer ausgehend — eine zündungsinduzierte Flammenfront sich über die Überströmverbindungen in die übrigen Vorkammern ausbreitet und dadurch eine extrem hohe Verwirbelung und Durchmischung des Gas/Luftgemischs einerseits sowie ein impulsartiger Verbrennungsprozeß in der gesamten Vorkammer andererseits bewirkt wird.

Vorzugsweise ist eine erste Teilkammer unmittelbar unterhalb des unteren Totpunkts beziehungsweise der Bereitschaftsstellung des Kolbens innerhalb des Brennkammerzylinders ausgebildet, während zwei weitere separate Teilkammern innerhalb eines außerhalb des Brennkammerzylinders angeordneten Vorkammerzy-

linders ausgebildet sind, wobei eine zweite Teilkammer mit der ersten Teilkammer über eine Überströmöffnung verbunden ist sowie innerhalb des gleichen Vorkammerzylinders eine dritte Teilkammer vorhanden ist, die von der zweiten Teilkammer durch eine Zwischenplatte getrennt ist, welche als Überströmverbindung zwischen der dritten und zweiten Teilkammer eine vorzugsweise im Randbereich, und in der Nähe der Innenwand des Vorkammerzylinders ausgebildete Aussparung aufweist.

Durch diese Unterteilung der Vorkammer in mehrere, untereinander durch Überströmverbindungen verbundene Teilkammern, vorzugsweise drei Teilkammern, wird einerseits eine isentrope Verdichtung des Gas/Luft-Gemischs im Brennkammerzylinder vor dem Arbeitstakt durch zweifache Nutzung des Arbeitskolbens erreicht. Andererseits läßt sich gleichzeitig eine klar definierte Ausgangslage vor der Auslösung des Arbeitshubes, d. h. vor jedem (Eintreib-)Zyklus und damit eine einwandfreie Funktion bei geringen Streuungen der Setzenergie gewährleisten.

Während bei der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung die erste Teilkammer der zur Vorkompression dienenden Vorkammer auf der der (Haupt-)Brennkammer gegenüberliegende Seite des Kolbens ausgebildet ist, kann der die beiden weiteren Teilkammern bildende Vorkammerzylinder asymmetrisch angeordnet sein.

Versuche haben ergeben, daß die zur isentropen Verdichtung mit genügend hohem Kompressionsdruck erforderliche schnelle, impulsartige Verbrennung durch die asymmetrische Anordnung einzelner Abschnitte der Vorkammer keinen oder nur einen unwesentlichen negativen Einfluß bewirken. Um eine möglichst genau definierte Ausgangsposition des (Arbeits-)Kolbens vor Auslösung der Zündung des Gas/Luftgemischs in der Vorkammer beziehungsweise einen genau definierten Volumeninhalt der Vorkammer und damit eine für alle Arbeitshübe weitgehend gleichbleibende Vorkompression zu gewährleisten, wird der Kolben bei Inbetriebnahme des Arbeitsgeräts, beispielsweise beim Anpressen des Setzgeräts an einer Arbeitsposition, durch eine vorzugsweise bolzenartige Verschiebevorrichtung aus der unteren Totpunktposition des Kolbens um einen definierten Hub in Kompressionsrichtung verschoben. Bei dieser Inbetriebnahme (Anpressen) wird gleichzeitig ein im Vorkammerzylinder geführter Vorkammerkolben sowie die Zwischenplatte in eine definierte Bereitschaftsposition verschoben, so daß sowohl die Vorkammer insgesamt als auch die drei Teilkammern jeweils für sich ein genau definiertes Volumen umgrenzen, um — genaue Dosierung des Gas/Brennstoffgemischs vorausgesetzt — eine gleichbleibend hohe Vorkompression zu gewährleisten.

Im Gegensatz zu einer Dreikammervverbrennung nach Adams (US-A 4 365 471), die durch symmetrische Anordnung von Unterteilungswänden und Durchlässen von der ersten bis zur dritten Teilkammer eine sehr hohe Durchmischung und Verwirbelung des Gas/Brennstoffgemischs und damit eine sehr schnelle Verbrennung erreicht, wird im Falle der Erfindung zur Vorkompression ein Verbrennungsprozeß in einer in mehrere Teilkammern unterteilten Vorkammer ausgenützt, bei der die einzelnen Teilkammern asymmetrisch angeordnet sein können und bei der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung aus Raumgründen und zur Vereinfachung des Konstruktionsprinzips auch asymmetrisch angeordnet sein werden.

Versuche haben ergeben, daß bei asymmetrischer Anordnung der Überströmöffnung zwischen der dritten Teilkammer der Vorkammer, in welcher der zur Vorkompression dienende Verbrennungsprozeß gezündet wird, und der zweiten (mittleren) Teilkammer der Vorkammer, d. h. durch asymmetrische Anordnung der Aussparung in der Zwischenplatte eine deutliche Verbesserung im Verwirbelungsgrad des in der Vorkammer enthaltenen Gas/Luftgemischs erreicht wird, was zur Beschleunigung des Verbrennungsprozesses und damit zur Verkürzung der Kompressionszeit beiträgt.

Vorteilhafte Ergänzungen des Erfindungsgedankens sind in abhängigen Patentansprüchen definiert und werden nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels der Erfindung mit Bezug auf die Zeichnung beschrieben.

Die einzige Figur zeigt in schematischer Teilschnitt-darstellung ein durch einen Freikolben-Brennkraftmotor angetriebenes Setzgerät, das erfindungsgemäß zur Vorkompression eines Arbeitskolbens mit einer in mehrere Teilkammern unterteilten Vorkammer ausgerüstet ist, in welcher ein durch einen Zündimpuls auslösbarer Verbrennungsprozeß zur Vorkompression abläuft.

Das dargestellte Setzgerät wird hinsichtlich seiner einzelnen Teile und Baugruppen zugleich in einzelnen Stufen eines Funktionsablaufs beschrieben.

In der Ausgangsstellung sind ein Magazin 1 für Setzelemente 20, beispielsweise Nägel und das eigentliche gehäuseummantelte Setzgerät 2 durch eine Anpressfeder 3 auseinandergeschoben. Eine exzentrisch gelagerte Rücklaufsperr 4 für einen Arbeitskolben oder Hauptkolben, im folgenden als Kolben 60 bezeichnet, der starr mit einem die Setzelemente 20 eintreibenden Stößel 5 verbunden ist, ist gespannt. Der Stößel 5 und damit der Kolben 60 stehen in einer unteren Totpunktposition (UTP) 61. Eine Ventilhülse 6 wird durch eine Druckfeder 37 in Schließstellung gehalten, in der sie Abblasöffnungen 38 für Rauchgase verdeckt. Ein Einlaßventil 7 wird über einen Hebelarm 8 durch eine Zugfeder 9 und eine Klinke 10 geschlossen gehalten.

Ein in einem Vorkammerzylinder 71 geführter Vorkammerkolben 11 und eine Zwischenplatte 12, die auf einer mit dem Vorkammerkolben 11 verbundenen Kolbenstange 74 geführt ist, befinden sich innerhalb des Vorkammerzylinders 71 in einer (strichliert eingezeichneten) zusammengeschobenen Position. Die als wesentlicher Teil der Erfindung angesehene Vorkammer ist in drei Teilkammern unterteilt, wobei die erste Teilkammer 70<sub>1</sub> durch den Raum unterhalb des Kolbens 60 innerhalb eines Hauptzylinders 15 gebildet ist, während die zweite Teilkammer 70<sub>2</sub> innerhalb des Vorkammerzylinders 71 durch das Volumen zwischen dem Vorkammerkolben 11 und der Zwischenplatte 12 gebildet ist und die dritte Teilkammer 70<sub>3</sub> das Restvolumen innerhalb des Vorkammerzylinders 71 unterhalb der Zwischenplatte 12 einnimmt.

Da in der Ausgangsstellung voraussetzungsgemäß der Vorkammerkolben 11 in der zusammengeschobenen Position steht, sei angenommen — was weiter unten näher erläutert wird — ein auf der Oberseite des Vorkammerkolbens 11 axial angeordneter und fixierter Balg 13 sei etwa auf Umgebungsdruck aufgeblasen, d. h. mit Brenngas aus einer Gasdose 33 gefüllt. Ein Speicher — und Verdampferraum 14 zwischen der Gasdose 33 und dem Vorkammerzylinder 71 ist in diesem Fall entleert. Im Hauptzylinder 15 befindet sich ein brennbares Gas/Luftgemisch.

Ein Arbeitszyklus mit dem Setzgerät beginnt durch Anpressen des Geräts gegen den Untergrund. In wel-

chen ein Setzelement eingetrieben werden soll. Durch diesen Anpreßvorgang wird über einen Anpreßstift 16 als erstes die Rücklaufsperr 4 gelöst. Durch das Anpressen des Nagelmagazins 1 gegen das Setzgerät 2 werden gleichzeitig und parallel durch einen Mitnehmer 24 der Stößel 5 über einen Bolzen 25 und der Vorkammerkolben 11 über seine Kolbenstange 74 um den Anpreßhub  $\Delta s$  nach oben verschoben. Dieser Anpreßhub  $\Delta s$  kann je nach Gerätetyp und Größe im Bereich zwischen  $\Delta s = 5$  bis 100 mm, vorzugsweise im Bereich von 15 bis 40 mm liegen. Dabei wird über eine Schulter 74a der Kolbenstange 74, welche die untere feststehende Stirnwand 73 des Vorkammerzylinders 71 durchsetzt, die durch einen Stift 50 drehgesicherte Zwischenplatte 12 auf halbem Wege mitgenommen und nach oben verschoben. Wie die Zeichnung erkennen läßt, ist der Verschiebeweg der Zwischenplatte 12 durch die Länge der mit einem unterseitigen Flansch versehene, auf der Kolbenstange 74 geführte Führungshülse 64 begrenzt.

Bei diesem Verschiebevorgang wird das im Balg 13 befindliche Brenngas über ein Rückschlagventil 51 in den Brennraum der Vorkammer 70 mit ihren untereinander verbundenen drei Teilkammern 70<sub>1</sub>, 70<sub>2</sub>, 70<sub>3</sub> ausgestoßen und mit der durch eine Bohrung 17 im Vorkammerkolben 11 angesaugten Frischluft kontinuierlich vermischt. Die (Luft einlaß-)Bohrung 17 ist ebenfalls mit einem Rückschlagventil in Form eines Federverschlusses 52 versehen.

Am Ende des Anpreßhubs des Nagelmagazins 1 befindet sich in den drei Teilkammern, gebildet aus der ersten Teilkammer 70<sub>1</sub> unterhalb des Kolbens 11, der zweiten Teilkammer 70<sub>2</sub> unterhalb des Vorkammerkolbens 11 bis zur Oberseite der Zwischenplatte 12 sowie der dritten Teilkammer 70<sub>3</sub> unterhalb der Zwischenplatte 12 bis zur feststehenden Stirnwand 73, ein brennbares Gemisch.

Das Gas/Luftgemisch in der Hauptkammer 15 wurde beim Anpreßvorgang durch die Verschiebung des Kolbens 60 mit Stößel 5 leicht komprimiert. Dieses Hauptkammergemisch kann sich jedoch über das Einlaßventil 7 entlasten, das durch den Anpreßhub über einen mit dem verschiebbaren Magazin 1 verbundenen Hebestift 18, eine Feder 19 und den Hebel 8 innerhalb des Spiels der Raste 10 leicht geöffnet wird. Der Kolben 60 steht jetzt also in der durch den Anpreßhub  $\Delta s$  bestimmten Anpreß-Hubposition 62 (AHP).

Durch den Anpreßhub  $\Delta s$  des Nagelmagazins 1 wird gleichzeitig ein Setzelement 20 aus einem Magazinstreifen 21 durch eine scharfe Schneide 22 der Stößelführung 23 ausgestanzt und in die Stößelführung 23 hineingestoßen. Am Ende des Anpreßhubwegs wird der Mitnehmer 24 durch ein Blattfederelement 26 nach rechts gedrückt, sobald ein Abzug 27 betätigt wird. Dadurch springt der durch eine Feder 53 vorbelastete Bolzen 25 in seine Ausgangslage, so daß er durch den folgenden Setzvorgang durch den nach unten fahrenden Kolben 60 nicht beschädigt werden kann. Der Kolben 60 bleibt noch in der Anpreß-Hubposition 62 aufgrund der Haftreibung zwischen dem Kolbendichtring (nicht gezeigt) und der Wandung des Hauptzylinders 15.

Mit dem Abzug 27 wird durch einen Nocken 54 ein Hebelarm 28a eines Piezoquartz-Zünders 28 betätigt. Über einen Kontakt 29a wird in einer Zündkerze 29 ein Funken ausgelöst, der das Gas/Luftgemisch in der Vorkammer, nämlich zunächst in der dritten Teilkammer 70<sub>3</sub> zündet, wodurch die Vorkammervverbrennung ausgelöst wird. Die Flammenfront bewegt sich in der dritten Teilkammer 70<sub>3</sub> zunächst laminar in Richtung des

Überströmschlitzes 72 in der Zwischenplatte 12 und wandert dann umgelenkt und beschleunigt durch die zweite Teilkammer 70<sub>2</sub> zu einer Überströmbohrung 30. Der jetzt sehr turbulente Flammenstrahl entzündet das Gas/Luftgemisch in der ersten Teilkammer 70<sub>1</sub> in deren gesamten Raum fast gleichzeitig, wodurch eine sehr schnelle Verbrennung abläuft.

Mit dem Abzug 27 wird gleichzeitig über einen verschiebbaren Hebel 31 ein in der Gasdose 33 integriertes Dosierventil 32 für Flüssiggas betätigt. Dabei wird der Speicher- und Verdampferraum 14 mit dem gasförmigen Brenngas gefüllt. Die Abwärme der Vorkammerverbrennung wird dabei als Verdampfungswärme genutzt, so daß auch bei hoher Setzfrequenz genügend Gasdruck für die anschließende gasförmige Dosierung vorhanden ist.

Die Gasdose 33 ist, wie die Zeichnung gut erkennen läßt, in ein mit dem Gehäuse des Arbeitsgeräts 2 integral verbundenes Handgriffgehäuse 75 eingesetzt, das am distalen Ende mit einer druckfederbelasteten Schließklappe 76 versehen ist, wodurch die Gasdose 33 abgedichtet gegen die Umrandung des Verdampfer-raums 14 gedrückt wird.

Der durch die schnelle Verbrennung, insbesondere in der ersten Teilkammer 70<sub>1</sub> der Vorkammer entstandene Druckimpuls beschleunigt nun den Kolben 60 samt Stößel 5 in Richtung zum oberen Totpunkt 63 (OTP). Dabei wird das im Hauptzylinder 15 enthaltene Gas/Luftgemisch starkverdichtet und durch turbulenz erzeugende Einbauten wie Quetschkanten 55 und darin vorgesehene Verwirbelungsbohrungen homogen vermischt. Während des Verdichtungshubs auf dem Weg zum oberen Totpunkt 63 durchfährt der Kolben 60 mit hoher Geschwindigkeit ein durch einen außen angeordneten Permanentmagneten 56 aufgebautes Magnetfeld. Aufgrund seiner Weicheisenbestandteile ändert der am feststehenden Permanentmagneten 56 vorbei bewegte Kolben dessen Magnetfeld, wodurch in einer Zündspule 57 ein Induktionsstrom erzeugt wird, der beim Erreichen der Durchbruchspannung an den Elektroden einer Zündkerze 34 einen Funken überspringen läßt.

Mit diesem Zündfunken wird das verdichtete Gas/Luftgemisch in der Hauptbrennkammer, also im Hauptzylinder 15 gezündet. Der hohe Turbulenzgrad und die kleinen freien Weglängen der Moleküle im verdichteten Gas/Luftgemisch erbringen für die Hauptkammerverbrennung eine sehr schnelle Verbrennung mit hohem Wirkungsgrad.

Der impulsartige Druckaufbau beschleunigt den Kolben 60 und damit den Stößel 5 in Richtung UTP 61 bis er durch eine mit elastischem Material ausgefütterte konische Kolbenbremse 58 still gesetzt wird. Durch diesen Arbeitshub wird das Setzelement (Nagel) 20 mit hoher Geschwindigkeit in den Untergrund eingetrieben.

Damit der Kolben 60 während des Arbeitshubs nicht gegen die Verbrennungsgase der Vorkammerverbrennung Arbeit leisten muß, ist die Ventilhülse 6 entgegen der Wirkung einer Druckfeder 37 verschieblich. Die erforderliche Verschiebekraft wird durch den Kompressions- und sofort anschließenden Verbrennungsdruck über eine Verbindungsbohrung 35 in der Wand des Hauptzylinders 15 auf eine Differenzdruckfläche 36 bewirkt. Durch die resultierende Kraft wird die Ventilhülse 6 gegen die Druckfeder 37 angehoben, wodurch die Abblasöffnungen 38 freigegeben werden, so daß die Abgase in eine Auspuffkammer 39 und damit an einer geeigneten Stelle über eine Bohrung im Gehäuse des Geräts 2 entweichen können.

Mit dem Anheben der Ventilhülse 6 wird gleichzeitig über einen Bügel 40 die Klinke 10 entgegen der Wirkung einer Druckfeder 65 verdreht und der Hebelarm 8 gelöst. Sobald der Stößel 5 das Setzelement 20 eingetrieben und die Abblasöffnungen 38 überfahren hat, werden sich die Abgase der Hauptkammerverbrennung sehr schnell entspannen. Eine Feder 19 öffnet über den Hebel 8 nach Überschreiten des Kräftegleichgewichts ( $\text{Federkraft} \cdot \text{Ventilfläche} \times \text{Brennkammerdruck} > 0$ ) das Einlaßventil 7, wodurch die Hauptkammerspülung eingeleitet wird.

Infolge des Rückstoßimpulses hebt sich das Arbeitsgerät 2 nach dem Eintreibvorgang vom Untergrund ab. Die Anpreßfeder 3 schiebt den Anpreßstift 16 nach unten und die Rücklaufsperre 4 wird wieder aktiviert, wodurch der Stößel 5 mit Kolben 60 durch Reibwirkung in der unteren Totpunktposition (UTP) 61 gehalten wird. Damit ist auch sichergestellt, daß die Abblasöffnungen 38 offen bleiben bis die Druckfeder 37 die Ventilhülse 6 aufgrund des über die Verbindungsbohrung 35 an der Differenzdruckfläche 36 nun abfallenden Druck wieder über die Abblasöffnungen 38 schiebt.

Auch das Einlaßventil 7 bleibt durch die Kraft der Feder 19 so lange offen, bis das Setzgerät 2 und das Magazin 1 auseinandergefahren sind.

Der Spülvorgang im Hauptzylinder 15 ist durch das angewandte gasdynamische Spülprinzip auf der Basis der trägen Gasmassen oder des Saugwelleneffekts im wesentlichen innerhalb von 50 ms abgeschlossen. Bedingt durch die größere Trägheit der Masse des Einlaßventils 7 und der Ventilhülse 6 bleiben die Ein- und Auslaßöffnungen während dieser Zeit mit Sicherheit offen. Dies gilt auch dann, wenn zur Verstärkung des Spülgrads zusätzlich ein Injektionseffekt genutzt wird. In letzterem Fall ist die Spülung ebenfalls innerhalb von 100 ms abgeschlossen.

Mit dem Entlasten des Arbeitsgeräts 2 beziehungsweise dem Auseinanderschieben von Setzgerät 2 und Magazin 1 durch die Anpreßfeder 3 werden durch die Druckfeder 41 der Vorkammerkolben 11 und die Zwischenplatte 12 zusammengeschoben, wobei die in der Vorkammer, insbesondere in der zweiten und dritten Teilkammer 70<sub>2</sub>, 70<sub>3</sub>, enthaltenen Restgase über eine Lippendichtung 42 in der unteren feststehenden Stirnwand 73 des Vorkammerzylinders 71 ausgestoßen werden. Damit ist auch die Vorkammerspülung abgeschlossen.

Der beim vorhergehenden Dosiervorgang ausgepreßte (Dosier-)Balg 13 verbleibt beim Ausstoßen der Restgase aus dem Brennraum der Vorkammer 70 in seiner Auspreßposition auf der Oberseite des Vorkammerkolbens 11, mit dem er fest verbunden ist. Sobald der Vorkammerkolben 11 wiederum die zusammengeschobene Ausgangs- und Endposition (strichliert eingezeichnet) erreicht hat, öffnet er durch Verschieben eines Betätigungsgestänges 43 nach unten ein Gaseinlaßventil 77, wodurch der seit der Betätigung des Abzugs 27 unter Gasdruck stehende Speicherraum 14 geöffnet wird. Das Brenngas tritt jetzt über einen Schlauch 44 und ein weiteres Rückschlagventil 78 in den Innenraum des Balgs 13 aus. Dabei wird der Balg 13 aufgeblasen, bis er an einem mit dem Gerätegehäuse verbundenen Anschlag 45 ansetzt. Das im Balg 13 eingebaute Rückschlagventil 46 wird durch ein durch eine Blattfeder 79 verschiebbaren Bolzen 80 dadurch gesteuert, daß in der zusammengeschobenen Position von Vorkammerkolben 11 und Zwischenplatte 12 die Blattfeder 79 auf den Bolzen 80 wirkt, wobei aufgrund des größeren Durchmessers des Bol-

zens 80 das Rückschlagventil 46 beaufschlagt wird. Das Brenngas kann jetzt über eine Verbindungsleitung 47 in die Hauptbrennkammer des Hauptzylinders 15 eindringen und sich auf Umgebungsdruck entlasten. Die Brennstoffdosierung für den Hauptzylinder 15 ist damit abgeschlossen.

Nachdem das Setzgerät 2 und das Magazin 1 die ineinandergeschobene Endposition erreicht haben, schiebt eine Rollfeder 48 über eine Vorschubklinke 49 den Magazinstreifen 21 bis zum Anschlag in die Schlagposition innerhalb der Führung des Stößels 5.

Mit der automatischen Nachführung des Setzelements 20 ist ein vollständiger Arbeitszyklus abgeschlossen. Das Setzgerät ist für einen weiteren Eintreibvorgang vorbereitet.

Versuche haben ergeben, daß sich mit der erfindungsgemäßen Vorkompression, insbesondere über eine in drei Teilkammern unterteilte Vorkammer, Kompressionsdrücke von 9 bar problemlos erreichen lassen. Damit lassen sich dann Arbeitsdrücke von 30 bis 40 bar erzielen. Mit bekannten Geräten vergleichbarer Baugröße und ähnlichem Gewicht können zur Zeit nur Arbeitsdrücke von ca. 8 bis 10 bar erreicht werden.

#### Patentansprüche

1. Tragbares, brennkraftbetriebenes Arbeitsgerät, insbesondere Setzgerät für Befestigungselemente mit
  - einer zylinderförmigen Brennkammer zur Verbrennung eines Luft-Brennstoffgemischs, wodurch über einen durch den Brennkammerzylinder (15) geführten Kolben (60) ein Stößel (5) antreibbar ist, **gekennzeichnet durch**
  - eine mit der der Brennkammer abgekehrten Unterfläche des Kolbens (60) in Verbindung stehende Vorkammer (70), in der zur im wesentlichen isentropen Kompression des Luft-Brennstoffgemischs in der Brennkammer ein zündungsinduzierter Verbrennungsprozeß eines Luft-Brennstoffgemischs auslösbar ist.
2. Arbeitsgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorkammer (70) in mehrere, untereinander verbundene Teilkammern (70<sub>1</sub>, 70<sub>2</sub>, 70<sub>3</sub>) unterteilt ist.
3. Arbeitsgerät nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß
  - eine erste Teilkammer (70<sub>1</sub>) unterhalb des unteren Totpunkts (61) beziehungsweise einer Anpreßhubposition (AHP 62) des Kolbens innerhalb des Brennkammerzylinders (15) und
  - mindestens eine weitere, separate Teilkammer (70<sub>2</sub>, 70<sub>3</sub>) außerhalb des Brennkammerzylinders (15) angeordnet ist.
4. Arbeitsgerät nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die weitere, separate Teilkammer innerhalb eines Vorkammerzylinders (71) ausgebildet und in eine zweite Teilkammer (70<sub>2</sub>), die mit der ersten Teilkammer (70<sub>1</sub>) über eine Überströmöffnung (30) verbunden sowie in eine dritte Teilkammer (70<sub>3</sub>) unterteilt ist, die von der zweiten Teilkammer (70<sub>2</sub>) durch eine Zwischenplatte (12) getrennt ist, die als Überströmverbindung zwischen der dritten und der zweiten Teilkammer einen Überströmschlitz (72) aufweist.
5. Arbeitsgerät nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorkammerzylinder (71) auf einer Stirnfläche durch einen verschiebblichen Vorkam-

merkolben (11) abgeschlossen ist, der durch eine Druckfeder (41) vorbelastet ist, welche den Vorkammerkolben (11) und die axial verschiebbliche Zwischenplatte (12) vor Auslösung eines Arbeitszyklus des Arbeitsgerät gemeinsam innerhalb des Vorkammerzylinders (71) soweit verschiebt, daß das Volumen des Vorkammerzylinders (71) im wesentlichen auf Null reduziert ist.

6. Arbeitsgerät nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorkammerkolben (11) mit einer die Zwischenplatte (12) und die gegenüberstehende starre Stirnwandfläche (73) durchsetzenden Kolbenstange (74) verbunden ist, über welche der Vorkammerkolben (11) beim Inbetriebnehmen des Arbeitsgeräts in Bereitschaftsstellung soweit verschiebbar ist, daß im wesentlichen das volle Volumen des Vorkammerzylinders (71) zur Verfügung steht.

7. Arbeitsgerät nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch eine auf den Kolben (60) wirkende Verschiebevorrichtung (25), über welche der Kolben (60) beim Inbetriebnehmen des Arbeitsgeräts aus der unteren Totpunktposition (60) um einen definierten Hub ( $\Delta s$ ) verschoben wird, so daß das Vorkammervolumen etwas vergrößert wird.

8. Arbeitsgerät nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Verschiebevorrichtung ein auf Ausrückposition federvorbelasteter Bolzen (25) ist, der die vorkammerseitige Stirnwand des Brennkammerzylinders (15) durchsetzt und beim Inbetriebnehmen des Arbeitsgeräts durch einen Mitnehmer (24) verschoben wird und den Kolben um den definierten Hub ( $\Delta s$ ) anhebt.

9. Arbeitsgerät nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß der definierte Hub ( $\Delta s$ ) im Bereich von 5 bis 100 mm, vorzugsweise im Bereich von 15 bis 40 mm liegt.

10. Arbeitsgerät nach einem der vorstehenden Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Arbeitsgerät ein Setz- bzw. Nagel- oder Schlagtrenn- oder Prägegerät ist und daß das Verschieben des Vorkammerkolbens (11), der Zwischenplatte (12) sowie des Kolbens (60) gleichzeitig durch Anpressen des Arbeitsgeräts an der Bearbeitungsstelle aus der Vorbereitungs- in die Bereitschaftsstellung erfolgt.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

